

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-295337
(43)Date of publication of application : 09.10.2002

(51)Int.Cl. F02M 55/02
F02M 63/02

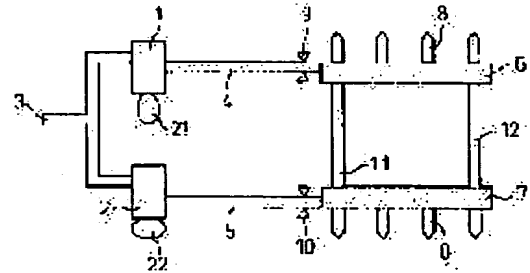
(21)Application number : 2001-096877 (71)Applicant : NIPPON SOKEN INC
TOYOTA MOTOR CORP
(22)Date of filing : 29.03.2001 (72)Inventor : KONO TAKANAGA
OHARA YASUSHI
KATO NAOYA
YAMAZAKI DAICHI

(54) FUEL INJECTION DEVICE FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent variation in fuel injection amounts caused by synchronization of discharge pulsation of a fuel injection pump with resonance frequency of a fuel injection device in a multi-cylinder internal combustion engine like a V type.

SOLUTION: First and second high pressure pumps 1, 2 are connected to first and second delivery pipes 6, 7 through high pressure piping 4, 5 respectively. A plurality of fuel injection valves 8 corresponding to cylinders of the internal combustion engine are connected to the delivery pipes 6, 7. Two delivery pipes 6, 7 are connected each other with front and rear connection pipes 11, 12, and they form one large volume by forming a loop. The discharge pulsation of the high pressure pumps 1, 2 are not only absorbed by the large volume but also fuel pressure variation inside the delivery pipes 6, 7 is canceled to make small through the connection pipes 11, 12 since discharge timing of the high pressure pumps 1, 2 becomes an opposite phase each other when pump cams 21, 22 are set in an opposite phase each other.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-295337

(P2002-295337A)

(43)公開日 平成14年10月9日(2002.10.9)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-コ-ト*(参考)
F 0 2 M 55/02	3 5 0	F 0 2 M 55/02	3 5 0 C 3 G 0 6 6
			3 5 0 D
			3 5 0 T
	3 1 0		3 1 0 C
			3 1 0 Z

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 9 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2001-96877(P2001-96877)

(22)出願日 平成13年3月29日(2001.3.29)

(71)出願人 000004695

株式会社日本自動車部品総合研究所
愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地

(71)出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社
愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72)発明者 河野 隆修

愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会
社日本自動車部品総合研究所内

(74)代理人 100077517

弁理士 石田 敬 (外3名)

最終頁に続く

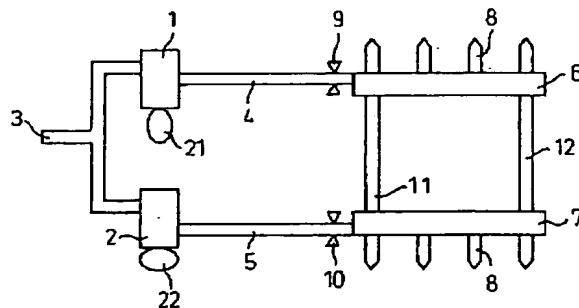
(54)【発明の名称】 内燃機関の燃料噴射装置

(57)【要約】

【課題】 V型のような多気筒内燃機関において、燃料噴射ポンプの吐出脈動と、燃料噴射装置の共振周波数との同期による燃料噴射量の変動を防止する。

【解決手段】 第1及び第2の高圧ポンプ1、2は、それぞれ高圧配管4、5を介して第1及び第2のデリバリパイプ6及び7に接続している。デリバリパイプ6、7にはそれぞれ内燃機関の各気筒に対応する複数の燃料噴射弁8が接続される。2本のデリバリパイプ6、7は前後の連結パイプ11及び12によって互いに連結されており、それらはループ状になって1つの大きな容積を形成する。その大きな容積によって高圧ポンプ1、2の吐出脈動が吸収されるだけでなく、ポンプカム21及び22を相対的に逆位相に設定したときは、高圧ポンプ1、2の吐出タイミングが相互に逆位相になるので、デリバリパイプ6、7内の燃圧変動は連結パイプ11及び12を介して相殺されて小さくなる。

図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 第 1 及び第 2 の高圧ポンプと、

それぞれ複数個の燃料噴射弁を備える管体として形成され、前記第 1 及び第 2 の高圧ポンプから吐出される燃料を前記複数個の燃料噴射弁へ分配して内燃機関内へ噴射させるために設けられた第 1 及び第 2 のデリバリパイプと、

前記第 1 及び第 2 の高圧ポンプを、それぞれ前記第 1 及び第 2 のデリバリパイプの一端部に接続する第 1 及び第 2 の高圧配管と、

前記第 1 及び第 2 のデリバリパイプの前記一端部に近い部分同士を接続する第 1 の連結パイプと、

前記第 1 及び第 2 のデリバリパイプの他端部に近い部分同士を接続する第 2 の連結パイプとを備えていることを特徴とする燃料噴射装置。

【請求項 2】 第 1 及び第 2 の高圧ポンプと、

それぞれ複数個の燃料噴射弁を備える管体として形成され、前記第 1 及び第 2 の高圧ポンプから吐出される燃料を前記複数個の燃料噴射弁へ分配して内燃機関内へ噴射させるために設けられた第 1 及び第 2 のデリバリパイプと、

前記第 1 及び第 2 の高圧ポンプを、それぞれ前記第 1 及び第 2 のデリバリパイプの一端部に接続する第 1 及び第 2 の高圧配管と、

前記第 1 及び第 2 のデリバリパイプの前記一端部に近い部分同士を接続する連結パイプとを備えていると共に、前記第 1 及び第 2 のデリバリパイプの内径が前記連結パイプの内径の 1.33 倍以下であるか、或いは、前記第 1 及び第 2 のデリバリパイプの断面積が前記連結パイプの断面積の 1.78 倍以下のいずれかであることを特徴とする燃料噴射装置。

【請求項 3】 第 1 及び第 2 の高圧ポンプと、

それぞれ複数個の燃料噴射弁を備える管体として形成され、前記第 1 及び第 2 の高圧ポンプから吐出される燃料を前記複数個の燃料噴射弁へ分配して内燃機関内へ噴射させるために設けられた第 1 及び第 2 のデリバリパイプと、

前記第 1 及び第 2 の高圧ポンプを、それぞれ前記第 1 及び第 2 のデリバリパイプの一端部に接続する第 1 及び第 2 の高圧配管と、

前記第 1 及び第 2 の高圧配管の間を接続するように設けられたボリューム部とを備えていることを特徴とする燃料噴射装置。

【請求項 4】 カムによって駆動される第 1 及び第 2 の高圧ポンプと、

それぞれ複数個の燃料噴射弁を備える管体として形成され、前記第 1 及び第 2 の高圧ポンプから吐出される燃料を前記複数個の燃料噴射弁へ分配して内燃機関内へ噴射させるために設けられた第 1 及び第 2 のデリバリパイプと、

前記第 1 及び第 2 の高圧ポンプを、それぞれ前記第 1 及び第 2 のデリバリパイプの一端部に接続する第 1 及び第 2 の高圧配管とを備えていると共に、前記第 1 及び第 2 の高圧ポンプの少なくとも一方を駆動するカムの山数を選択することによって前記高圧ポンプの吐出脈動の周波数を低下させて、目標とする共振周波数よりも低くすることにより前記共振周波数と同期することを避けるように構成したことを特徴とする燃料噴射装置。

10 【請求項 5】 吐出タイミングを相対的に変更することができる第 1 及び第 2 の高圧ポンプと、それぞれ複数個の燃料噴射弁を備える管体として形成され、前記第 1 及び第 2 の高圧ポンプから吐出される燃料を前記複数個の燃料噴射弁へ分配して内燃機関内へ噴射させるために設けられた第 1 及び第 2 のデリバリパイプと、前記第 1 及び第 2 の高圧ポンプを、それぞれ前記第 1 及び第 2 のデリバリパイプの一端部に接続する第 1 及び第 2 の高圧配管と、前記第 1 及び第 2 のデリバリパイプの各一部分同士を接続する連結パイプとを備えていると共に、通常運転状態においては前記第 1 及び第 2 の高圧ポンプの吐出タイミングを $1/2$ 周期ずらすことにより逆位相として相互に吐出脈動を相殺させるが、共振が発生する回転数とその付近においては前記第 1 及び第 2 の高圧ポンプの吐出タイミングを同位相とするように構成したことを特徴とする燃料噴射装置。

【請求項 6】 第 1 及び第 2 の高圧ポンプと、

それぞれ複数個の燃料噴射弁を備える管体として形成され、前記第 1 及び第 2 の高圧ポンプから吐出される燃料を前記複数個の燃料噴射弁へ分配して内燃機関内へ噴射させるために設けられた第 1 及び第 2 のデリバリパイプと、

前記第 1 及び第 2 の高圧ポンプを、それぞれ前記第 1 及び第 2 のデリバリパイプの一端部に接続する第 1 及び第 2 の高圧配管と、

前記第 1 及び第 2 のデリバリパイプの各一部分同士を接続する連結パイプとを備えていると共に、

40 前記第 1 及び第 2 のデリバリパイプと前記連結パイプの内径及び長さがインピーダンス法によって決定されていることを特徴とする燃料噴射装置の設計方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、内燃機関の燃料噴射装置に係り、特に V 型又は水平対向エンジンのように燃料供給系統の構成が複雑になる多気筒内燃機関において、高圧燃料ポンプの吐出圧の脈動によって燃料供給系統に発生する共振による燃圧の変動を可及的に低く抑え得るように構成された燃料噴射装置に関する。

50 【0002】

【従来の技術】エンジン（内燃機関）のシリンダ内へガソリンのような燃料を直接に噴射する筒内直接噴射式の燃料噴射装置においては、高圧燃料噴射ポンプ（高圧燃料ポンプ、或いは単に高圧ポンプともいう）を小型化してエンジンへの搭載を容易にするために、また、コストが比較的に高い多気筒型の高圧ポンプの代わりに使用してコストを低減するために、単に1本のプランジャを備えている単気筒の高圧ポンプが使用されることが多い。一般に、燃料タンク内の燃料を燃料噴射弁まで供給する高圧燃料配管と、この配管の途中に設けられて燃料の圧力（燃圧）を燃料噴射弁において必要とする高圧の噴射圧力まで昇圧させる高圧ポンプと、高圧ポンプによって昇圧された燃料を各シリンダ毎に設けられた複数の燃料噴射弁へ分配するデリバリパイプ（コモンレールともいう）と、デリバリパイプから供給された高圧の燃料を各シリンダ内へ噴射する前記噴射弁とからなる燃料噴射装置は周知である。

【0003】しかしながら、この種の高圧ポンプは、1個のプランジャが吸入行程と吐出行程とを繰り返す運動をするために高圧ポンプの吐出圧は脈動しているから、デリバリパイプ内の燃圧は高圧ポンプの吐出脈動に応じて変動する。従って、燃料噴射弁からシリンダ内へ噴射される燃料の噴射量は、デリバリパイプ内の燃圧が高い時に多くなり、燃圧が低い時に少なくなる。このようにシリンダ内へ噴射される燃料の噴射量が燃圧の変動に応じて変化すると、エンジンの出力も変動するという問題が生じることになる。

【0004】特に、V型8気筒のような多気筒内燃機関において、左右のバンクに対応して1本ずつ設けられた2本のデリバリパイプにそれぞれ高圧ポンプを設けて、それら2つの高圧ポンプによって燃料を各デリバリパイプへ供給するようにした燃料噴射装置においては、特開平11-44276号公報に記載されているように、2つの高圧ポンプの吐出タイミングをずらして、それら2つの高圧ポンプが発生する吐出脈動が相互に打ち消し合うように構成することによって、燃圧の変動を低減させることができる。しかしながら、この従来技術に示されているような構成では、配管系に固有の共振周波数と、高圧ポンプの吐出脈動の周波数やその高次成分の周波数とが一致した時には共振が発生してデリバリパイプ内の燃圧の変動が増大し、それによって燃料の噴射量が変動して、やはりエンジンの出力変動を招くという問題がある。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、従来技術における前述のような問題に対処して、新規な手段によってそれらの問題を解消することを目的としている。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は、前記の課題を解決するための手段として、特許請求の範囲の各請求項

に記載された燃料噴射装置を提供する。

【0007】請求項1の燃料噴射装置においては、第1及び第2のデリバリパイプと、それらの一端部に近い部分同士を接続する第1の連結パイプと、他端部に近い部分同士を接続する第2の連結パイプとを備えており、それらが1つの閉じたループを形成することから、第1又は第2の高圧ポンプと1つの燃料噴射弁とを接続する燃料供給経路に大きな容積が介在することになるので、この大きな容積が第1及び第2の高圧ポンプの吐出脈動を吸収する結果、デリバリパイプ内と燃料噴射弁の入口における燃圧変動が減少する。また、第1及び第2の高圧ポンプの吐出脈動が逆位相になるように設定した場合は、一方のデリバリパイプ内の燃圧変動と他方のデリバリパイプ内の燃圧変動が2本の連結パイプを介して相互に干渉することにより、大きな変動成分が相殺される。それによって、第1及び第2のデリバリパイプ内ではいづれも燃圧変動が小さくなり、燃料噴射弁から噴射される燃料噴射量が安定して、エンジンの出力変動の問題が解消する。

【0008】請求項2の燃料噴射装置においては、第1及び第2のデリバリパイプの一端部に近い位置を連結パイプによって接続すると共に、デリバリパイプの内径を連結パイプの内径の1.33倍以下とするか、断面積で言えば、デリバリパイプの断面積を連結パイプのその1.78倍以下として、デリバリパイプと連結パイプ或いは高圧配管との継ぎ目に大きな内径の差が生じないようにしている。それによって、デリバリパイプの一部が連結パイプや高圧配管と連続したパイプとして作用するようになり、継ぎ目において圧力波の反射が起こらないので、第1及び第2の高圧ポンプの間を結ぶ高圧配管と連結パイプ等からなる管路の長さが最も長い管長になって、それが共振周波数に関して支配的となるので、この長さを可及的に短くすることによって、燃料噴射装置全体の共振周波数を高い方へ移動させて、高圧ポンプの吐出脈動との共振が起こり難くすることができる。

【0009】請求項3の燃料噴射装置においては、第1及び第2の高圧ポンプにそれぞれ接続する2本の高圧配管が、大きな容積を有するボリューム部を介して相互に連通することになるので、高圧ポンプにおいて発生した吐出脈動がボリューム部の大きな容積によって吸収されて減衰する。また、2つの高圧ポンプが逆位相になるように位相差を与えてそれらを駆動する場合には、それらの高圧ポンプの吐出タイミングが逆位相となるため、相互に逆位相の吐出脈動がボリューム部内で干渉し合うことによって相殺されることになる。従って、デリバリパイプから燃料噴射弁にかけての燃圧変動が小さくなる。

【0010】請求項4の燃料噴射装置においては、第1及び第2の高圧ポンプの少なくとも一方を駆動するカムの山数を選択することにより、高圧ポンプの吐出脈動の周波数を低下させて、吐出脈動の周波数はもとより、そ

の高次成分の中でも、特に共振による実害の大きい2次
或いは3次等の周波数が、燃料噴射装置に固有の共振周
波数と同期することを避けるように構成する点に特徴が
ある。高压ポンプのカムを交換することだけで吐出脈動
の周波数が変化するので、他の部分の変更或いは調整が
難しい場合に適した燃圧変動の防止対策である。

【0011】請求項5の燃料噴射装置においては、通常
の運転状態では第1及び第2の高压ポンプの吐出タイミ
ングを1/2周期ずらすことにより、2本のデリバリパイ
プの間を連結する連結パイプによって燃圧変動を相互
に相殺させるが、共振が発生する回転数とその付近にお
いては、第1及び第2の高压ポンプの吐出タイミングを
同位相とするように、2つの高压ポンプの相対的な吐出
タイミングを運転状態に合わせて変更する点に特徴があ
る。これは、共振が起こる領域においては寧ろ同位相に
した方が燃圧変動が低下するという現象を、実験によっ
て見いだした結果に基づくものである。

【0012】請求項6の燃料噴射装置においては、第1
及び第2のデリバリパイプと、それらの各一部分の間を
接続する連結パイプを備えている燃料噴射装置におい
て、デリバリパイプ内の燃圧変動が最も小さくなるよう
にするために、インピーダンス法を応用して、2本のデ
リバリパイプと、その間の連結パイプの内径及び長さが
決定されている点に特徴がある。これは、実験の結果か
ら、この場合にはインピーダンス法を応用した設計手法
が最適であるという結論に達したためである。それによ
って、これらのパイプの内径及び長さの最適値を容易に
算出することができる。

【0013】

【発明の実施の形態】図1に本発明の第1実施例として
の燃料噴射装置の構成を示す。この燃料噴射装置は一例
としてV型8気筒エンジンに適用するためのものではあ
る。第1実施例は本発明の基本的な実施例であるから、
第2実施例以下の各実施例との共通部分を多く含んでい
る。従って、第2実施例以下の実施例において第1実施
例と実質的に同じ構成部分については、同じ参照符号を
付して説明を省略することにする。

【0014】図において1及び2は高压ポンプ（高压燃
料噴射ポンプ）を示している。これら独立の高压ポンプ
1、2は所謂プランジャポンプに属するものであって、
それぞれ1本のプランジャと、それらのプランジャが往
復動をするためのポンプシリンダと、各プランジャを往
復動させるためにエンジン本体によって回転駆動される
楕円形のポンプカム21、22とを備えている。2つの
高压ポンプ1、2は、それらの吸入側が共通の低压配管
3に接続されていて、低压配管3からそれぞれ低压の燃
料を受け入れて加圧することにより、燃料を例えば15
MPa程度の圧力まで昇圧させて、この高压燃料をそれ
ぞれ高压配管4、5を介して、V型エンジンの左右のパ
ンクのシリンダヘッドにそれぞれ別に設けられたデリバ

リパイプ（或いはコモンレール）6、7へ吐出するよう
になっている。

【0015】デリバリパイプ6、7には、V型8気筒エ
ンジンの左右の各バンクに属する4個のシリンダに対応
して燃料噴射弁8がそれぞれ4個設けられており、図示
しない電子式制御装置から燃料噴射信号を受けた時に独
立に開弁し、デリバリパイプ6又は7内の燃料をそれぞ
れのシリンダ内へ噴射して燃焼させる。高压配管4、5
の途中には断面積が急に縮小する絞部9、10が設け
られていて、高压ポンプ1、2の吐出脈動を低減させな
がら高压の燃料をデリバリパイプ6、7へ供給するよう
になっている。

【0016】図1に示す第1実施例の燃料噴射装置の構
成上の特徴は、第1及び第2のデリバリパイプ6、7の
前端に近い部分同士と、後端に近い部分同士をそれぞれ
接続するように、2本の連結パイプ11及び12が設け
られていることである。それによって、第1及び第2の
デリバリパイプ6、7とその前後の連結パイプ11及び
12が閉じたループ状或いは環状の形状を呈している。
このような構成は、高压ポンプ1又は2から燃料噴射弁
8のいずれか1つまでの燃料供給経路に介在する、2本
のデリバリパイプ6、7や、前後の連結パイプ11及び
12、更に高压配管4、5等の容積の合計からなる大き
な容積をもたらす。

【0017】第1実施例においては、ポンプカム21、
22がいずれも2山の楕円形のカムであるから、例えば
常用回転数域の最高回転数が7000rpmであるエン
ジンにおいて、前述のように、配管系に固有の共振周波
数と、高压ポンプ1、2の吐出脈動周波数或いはその高
次成分とが同期した時に生じる共振によって、デリバリ
パイプ6、7内の燃圧脈動が増大するのを防止するため
に、非常に高次のものは共振による実害が少ないために
除外して、高压ポンプ1、2の吐出脈動の周波数と、そ
の次数3以下の高次成分（つまり2次及び3次の高次成
分）だけを考慮の対象にすると共に、管路の共鳴による
共振周波数fが管路の長さLとして

$$f = 890 \text{ [ms]} / (2 * L) \text{ [m]}$$

であるとすれば、クリアすべき目標周波数は3次の高次
成分の周波数と同じであって350Hzということにな
る。

【0018】本発明の第1実施例においては、図1に示
したように、2本のデリバリパイプ6、7の前端部に近
い部分同士を連結パイプ11によって連結すると共に、
後端部に近い部分同士を連結パイプ12によって連結し
ているので、閉じたループ状の2本のデリバリパイプ
6、7と前後の連結パイプ11及び12等が大きな容積
を形成する結果、高压ポンプ1及び2の吐出脈動の周波
数、或いはその2倍或いは3倍の高次成分との共振が生
じるのを防止することができる。それによって、高压ポ
ンプ1及び2の吐出脈動の周波数の大小に関係なく、共

振による燃圧変動の増大を抑制することができる。この場合、連結パイプ 11、12 の内径や長さとか、デリバリパイプ 6、7 の内径や長さのような管路の形状に関する数値は、各燃料噴射弁 8 の入口における燃圧変動の大きさを決定する重要なファクターとなる。一般的には、デリバリパイプ 6、7 等の容積が大きくなると燃圧変動は小さくなる。

【0019】言うまでもなく、第 1 実施例の燃料噴射装置においては、第 1 及び第 2 の高圧ポンプ 1、2 のポンプカム 21 及び 22 の間の相対的な位相差を設定する際に、高圧ポンプ 1、2 の吐出脈動が逆位相となるようにしたときは、2 本のデリバリパイプ 6、7 が前後の連結パイプ 11 及び 12 によって連結されているので、それらの吐出脈動が相互に干渉して相殺することにより、デリバリパイプ 6、7 内の燃圧変動が減少する。

【0020】図 2 の (a) に本発明の第 2 実施例としての燃料噴射装置の構成を示す。図 1 に示す前述の第 1 実施例と異なる第 2 実施例の外見的特徴は、第 1 及び第 2 のデリバリパイプ 6、7 のそれぞれの一部分が 1 本の連結パイプ 23 によって連結されていることである。連結パイプ 23 と、デリバリパイプ 6、7 の各一部と、それらの前端部に接続している高圧配管 4、5 とを一連のパイプと見做して、その長さの合計を L_1 とすると、デリバリパイプ 6、7 に対して連結パイプ 23 の両端を取り付ける位置を変化させることによって、最も長い管長 L_1 が任意の長さとなるように変化する。

【0021】第 2 実施例の燃料噴射装置のもう一つの特徴は、第 1 及び第 2 のデリバリパイプ 6、7 の内径を連結パイプ 11 の内径の 1.33 倍以下の大きさに限定したことである。デリバリパイプ 6、7 の内部の断面積を、連結パイプ 23 の内部の断面積の 1.78 倍以下とすることによって、即ち、直径の比において 1.33 倍以下にすることによって、デリバリパイプ 6、7 だけが格段に大きな容積を有する空間として認識されないで、連結パイプ 23 や高圧配管 4、5 と連続したパイプと見做されるために、継ぎ目において高圧ポンプの吐出脈動の圧力波の反射が起こらなくなり、最も長い管長 L_1 による共振周波数が支配的となるので、この長さ L_1 に応じた共振周波数を燃料噴射装置全体の共振周波数として取り扱うことが可能になる。

【0022】第 2 実施例に関する具体的な数値例を示すと、連結パイプ 23 の内径を 6 mm とすると共に、デリバリパイプ 6、7 の内径を 8 mm とした場合、最も低い周波数の振動をもたらす最も長い配管の長さ L_1 の影響が大きいことから、最も長い管長 L_1 が最も短くなるデリバリパイプ 6、7 上の位置に連結パイプ 23 を接続することにより、共振周波数が目標周波数 (350 Hz) よりも高くなるように設定する。一例として、高圧ポンプ 1、2 からデリバリパイプ 6、7 までの高圧配管 4、5 の長さを約 0.4 m とすると共に、デリバリパイプ

6、7 の長さをそれぞれ 0.4 m とし、連結パイプ 23 の長さを約 0.25 m とした場合に、高圧ポンプ 1 から高圧ポンプ 2 までの長さ L_1 を最も短くするために、連結パイプ 23 をデリバリパイプ 6、7 の前端 (上流側端部) に最も近い位置に接続すると、最も長い管長 L_1 が 1.05 m となり、その共振周波数が 424 Hz となって、目標周波数の 350 Hz よりも十分に高い共振周波数を設定することができる。

【0023】図 2 の (b) として示した線図は、横軸にデリバリパイプ 6、7 の断面積と、連結パイプ 23 の断面積との断面積比をとって、この断面積比を変化させた時に共振周波数がどのように変化するかということを実験によって調べた結果を示したものである。この線図はデリバリパイプ 6、7 と連結パイプ 23 との関係を示すものと言うことができる。また、図 2 の (c) として示した線図は、横軸に前述の最も長い管長 L_1 をとって、この管長 L_1 を変化させた時に共振周波数がどのように変化するかということを実験によって調べた結果を示したものである。この線図は、最も長い管長 L_1 が共振周波数に及ぼす影響の大きさを示すものと言うことができる。

【0024】図 3 の (a) に本発明の第 3 実施例としての燃料噴射装置の構成を示す。第 3 実施例の構成上の特徴は、高圧配管 4、5 の間にボリューム部 13 を設けたことである。ボリューム部 13 というのは高圧配管 4、5 の単位長さの容積よりも十分に大きい容積を有する空間を有する室のことである。高圧配管 4、5 はそれぞれ 2 分して 4' 4", 5', 5" とし、それらの一端を高圧ポンプ 1、2 或いはデリバリパイプ 6、7 の一つの前端部分に接続すると共に、他端を集中的にボリューム部 13 に接続している。それによって、高圧配管 4、5 がボリューム部 13 を介して相互に連通するので、高圧ポンプ 1、2 において発生した吐出脈動がボリューム部 13 の大きな容積によって吸収され、或いは高圧ポンプ 1、2 のそれぞれによって発生した吐出脈動が逆位相であれば、それらがボリューム部 13 内で相互に干渉し合っ

て相殺されることになる。

【0025】第 3 実施例においては、十分に大きい容積を有するボリューム部 13 を介して高圧配管 4、5 を接続しているので、図 3 に示したように 2 山カムである楕円形のポンプカム 21、22 を使用して位相を半周期ずらした場合には、ポンプカム 21、22 の突出部の数 2 の 2 倍の 4 山のカムを有する高圧ポンプを使用して、直列 4 気筒のエンジンのデリバリパイプへ燃料を供給するのと実質的に同じことになる。従って、配管に発生する共振の最も低い周波数を、図 3 の (b) に示したように、デリバリパイプ 6、7 の長さ L_2 に応じた共振の周波数にすることができる。一例として、デリバリパイプ 6、7 の長さを 0.4 m とすると、共振周波数は 1.1 KHz となるので、共振周波数を目標周波数の 350 H

z よりも十分に高い値に設定することができる。

【0026】図4に本発明の第4実施例としての燃料噴射装置の構成を示す。第4実施例の特徴は、設計上の理由等から燃料噴射装置の共振周波数を変更することができない場合に、高压ポンプを駆動するポンプカムの山数を適当に選定することによって高压ポンプの吐出脈動の周波数を低下させて、共振周波数よりも低くすることにより、共振周波数と同期することを避けるように設定する点にある。このようなシステムにおいては、高压ポンプの吐出脈動の周波数〔Hz〕をエンジンの回転数〔rpm〕によって除した値を t とし、共振周波数〔Hz〕を f 、低減させたい高压ポンプの吐出脈動の周波数の高次成分の次数を J （例えば、吐出脈動の周波数の3次以下の高次成分を低減させる場合には $J=4$ ）とすると共に、エンジンの常用回転数域の最高回転数〔rpm〕を R とした場合に、次の条件式を満たすように諸元を設定すればよい。

$$t \leq 60 * f / (R * J)$$

【0027】図4に示す第4実施例においては、2本のデリバリパイプ6、7のうち的一方であるデリバリパイプ7に関連する部分のみを示しているが、もう1本のデリバリパイプ6に関連する部分は、前述の各実施例に示したものと同様であるから図示していない。また、2本のデリバリパイプ6、7を接続する連結パイプ等は設けなくてもよい。第4実施例では具体的に、高压ポンプ22のポンプカム14を実質的に正三角形の形状を有する3山のものとしている。ポンプカム14はカムシャフト15と、被駆動側のプーリ16と、ベルト17と、駆動側のプーリ18とを介して、エンジンのクランクシャフト19によって回転駆動される。この場合は、クランクシャフト19の2回転に対してカムシャフト15が1回転するのと、ポンプカム14が3山のものであることから、前述の条件式における t の値は1.5となる。

【0028】図5の(a)に本発明の第5実施例としての燃料噴射装置の構成を示す。第5実施例の構成上の特徴の1つは、図2に示した第2実施例と同様に2本のデリバリパイプ6、7そのものを相互に接続する連結パイプ23を設けたことである。しかしながら第2実施例とは異なって、デリバリパイプ6、7上において連結パイプ23の端部を取り付ける位置を前端に近い位置というように限定しないで、最適位置を自由に選択することができる。第5実施例のいま1つの特徴は2つのポンプカム21及び22の相対的な位相が、運転中に同位相から逆位相までの範囲で変更可能になっていることである。これは、ポンプカム21、22の少なくとも一方のカム本体とカムシャフトとの間に、それ自体はエンジンにおいて周知のバルブタイミング調整機構のようなものを設けることによって可能になる。

【0029】通常の運転状態においてはポンプカム21と22は互いに逆位相とされる。この場合の高压ポンプ

1、2とデリバリパイプ6、7の燃圧変動を図5の(b)に示している。デリバリパイプ6及び7は連結パイプ23によって相互に連結されているからそれらの内部の燃圧変動は略同期しており、高压ポンプ1、2の発生する相互に逆位相の2つの脈動が干渉し合って相殺されることによって、デリバリパイプ6及び7のいずれにおいても燃圧変動の振幅が小さくなっている。つまり脈動が低く抑えられている。

【0030】これに対して、図5の(c)に通常の運転状態においてポンプカム21及び22を同位相とした場合の高压ポンプ1、2とデリバリパイプ6、7の燃圧変動が示されている。同位相であるために、2つの高压ポンプ1、2の発生する吐出脈動が重畳してデリバリパイプ6及び7内の燃圧変動の振幅が大きくなっている。従って、図5の(d)に示したように、エンジン回転数が5000rpm以下の領域では同位相の場合に比べて逆位相の方がデリバリパイプ6、7内の燃圧変動は小さくなるが、例えば6000rpm付近において共振が起こった場合には、共振点の前後で逆位相の方が同位相よりも燃圧変動が大きくなる。第5実施例はこの性質に着目したもので、通常の運転状態ではポンプカム21及び22を逆位相とするが、共振点の前後では同位相とするように、ポンプカム21及び22の相対的な位相を運転状態に合わせて変化させる。

【0031】それによって、第5実施例においてはデリバリパイプ6、7内の燃圧変動を、全ての運転領域において常に低く抑えることが可能になる。なお、この場合に高压ポンプ1、2とデリバリパイプ6、7をそれぞれ連結する2本の高压配管4、5の長さが同じであれば、前述のように単に共振点付近においてポンプカム21及び22の相対的な位相を逆位相から同位相へ切り換えることによって所期の効果が得られるが、2本の高压配管4、5の間に長さの差がある場合には多少補正を加える必要がある。例えば、それらの間に0.1mだけの差があつて、圧力波の伝播速度が890m/sである環境条件においては、2本の高压配管4、5のうちの長い方が接続している高压ポンプ1又は2の吐出タイミングが、他方のそれよりも $0.1/890=0.000112$

〔s〕だけ早くなるように、2つのポンプカム21及び22の間に位相差を与えるとよい。

【0032】図6の(a)に本発明の第6実施例としての燃料噴射装置と、そのトータルインピーダンス Z を算出するための計算式を示す。第6実施例においても、2本のデリバリパイプ6、7の適所を連結パイプ23によって連結することにより、デリバリパイプ6及び7内の燃圧の脈動が相互に干渉して双方の燃圧変動が減少するように、連結パイプの内径及び長さを最適値に設定する。しかしながら、第6実施例は燃料噴射装置の構成に特徴があるというよりも、寧ろ、2本のデリバリパイプ6、7と、それらを接続するために設けられる連結パイ

ブ 23 の内径及び長さを決定するための手法に特徴がある。なお、図 6 (a) においては第 1 の高圧ポンプ 1 と絞り部 9 を省略している。

【0033】 2 本のデリバリパイプ 6、7 を連結パイプ 23 によって接続すると、それらの間で共振が発生する。これをインピーダンス法を用いて計算することにより、デリバリパイプ 6、7 の容積と、連結パイプ 23 の長さ及び内径について、それらが目標周波数以上の共振周波数をもたらすように設定する。図 6 の (b) には、この計算に使用する個々のインピーダンスを求めるための数式と、各数式に使用されている記号の意味が記載されている。また、図 6 の (c) には、連結パイプ 23 の内径 [mm] と共振周波数 [Hz] との関係が線図として示されており、図 6 の (d) には、デリバリパイプ 6、7 の容積 [cc] と共振周波数 [Hz] との関係が線図として示されている。

【0034】 一例として、デリバリパイプ 6、7 の容積がいずれも 70 cc であって、単一の連結パイプ 23 の長さが 0.25 m である燃料噴射装置においては、連結パイプ 23 の内径を 8 mm とすることにより、共振周波数を 370 Hz に設定することができるので、共振周波数を目標周波数の 350 Hz よりも高くすることができる。また、デリバリパイプ 6 及び 7 のそれぞれの容積を 50 cc 以下にすることにより、共振周波数を目標周波数の 350 Hz よりも高くすることができる。

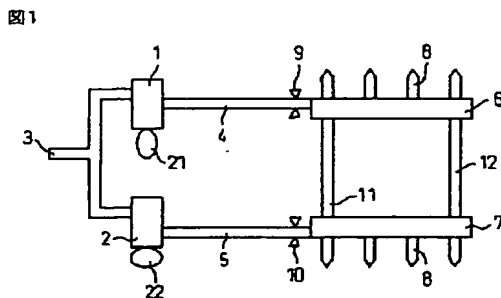
【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の第 1 実施例のシステム構成図である。

【図 2】 本発明の第 2 実施例を示すものであって、

(a) はシステム構成図、(b) はパイプの断面積比と共振周波数との関係を示す線図、(c) はパイプの長さ

【図 1】



【図 3】 本発明の第 3 実施例を示すものであって、

(a) はシステム構成図、(b) はパイプの長さとの関係を示す線図である。

【図 4】 本発明の第 4 実施例のシステム構成図である。

【図 5】 本発明の第 5 実施例を示すものであって、

(a) はシステム構成図、(b) は逆位相となる時の 2 つの高圧ポンプの吐出脈動と、相互に連結された 2 本のデリバリパイプ内の燃圧変動を示す線図、(c) は同位相となる時の 2 つの高圧ポンプの吐出脈動と、相互に連結された 2 本のデリバリパイプ内の燃圧変動を示す線図、(d) はエンジン回転数の変化に応じて変化する燃圧変動の程度を、逆位相と同位相の場合についてそれぞれ調べた結果を示す線図である。

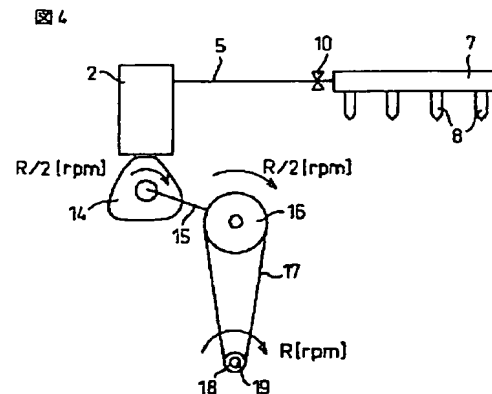
【図 6】 本発明の第 6 実施例を示すものであって、

(a) はシステム構成図とインピーダンス法による計算式、(b) は燃料噴射装置を構成する個々の部分のインピーダンスの計算式、(c) は連結パイプの内径と共振周波数との関係を示す線図、(d) はデリバリパイプの容積と共振周波数との関係を示す線図である。

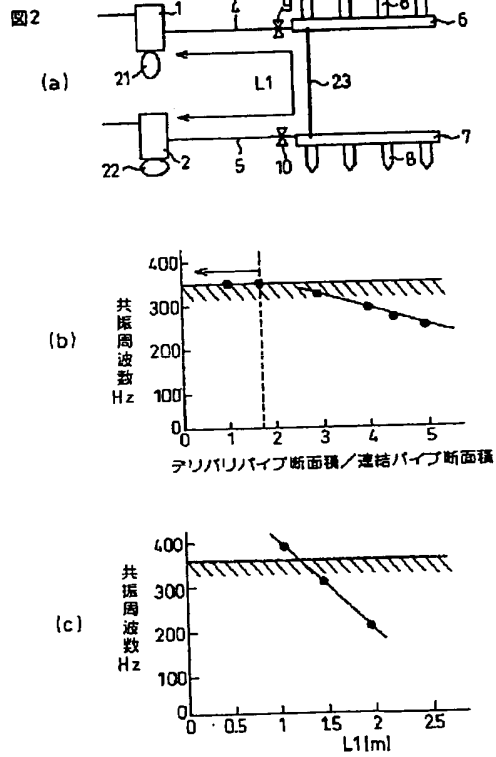
【符号の説明】

- 1…第 1 の高圧ポンプ
- 2…第 2 の高圧ポンプ
- 4, 5…高圧配管
- 6…第 1 のデリバリパイプ
- 7…第 2 のデリバリパイプ
- 8…燃料噴射弁
- 11, 12…連結パイプ
- 13…ボリューム部
- 14…ポンプカム
- 21, 22…楕円形のポンプカム
- 23…連結パイプ

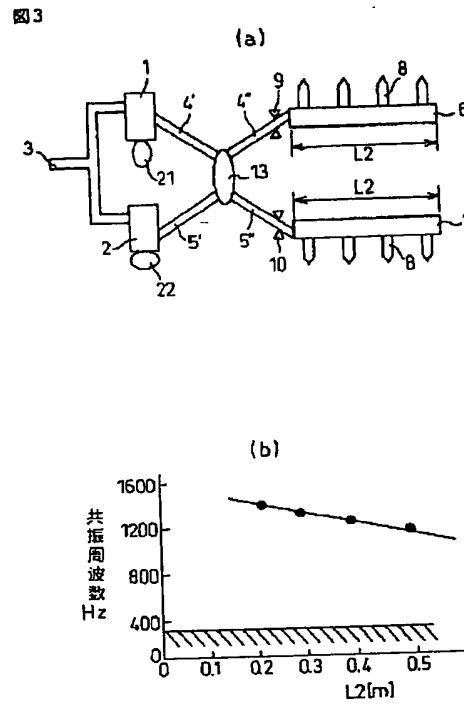
【図 4】



【図2】



【図3】



【図5】

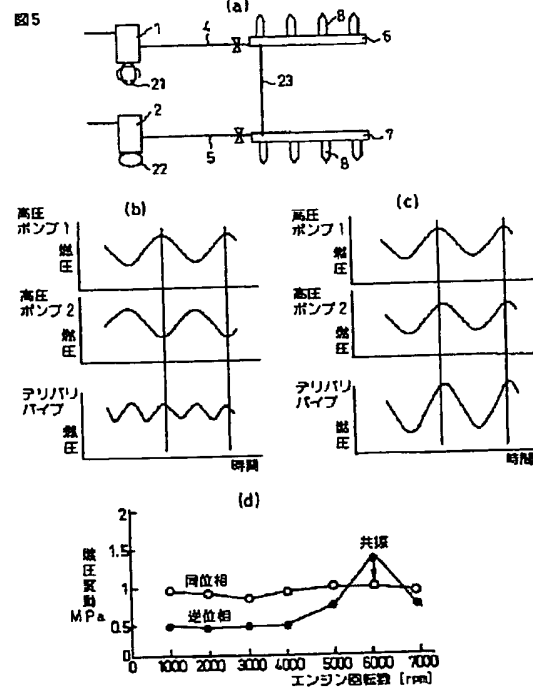
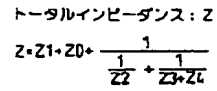
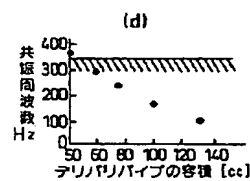


图6



(b)

ρ : 密度
 L : 長さ
 S : 断面積
 C : 圧力波の速さ
 K : 体積弾性率
 j : 虚数



(51) Int. Cl.⁷
F O 2 M 55/02
63/02

F I
F O 2 M 55/02
63/02

テーマコード (参考)

(72) 発明者	大原 康司	
	愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地	株式会社
	日本自動車部品総合研究所内	
(72) 発明者	加藤 直也	
	愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地	株式会社
	日本自動車部品総合研究所内	

(72)発明者 山崎 大地
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
Fターム(参考) 3G066 AA02 AA09 AB02 AD02 AD05
BA12 CB00 CB11 CB12 CD03
CD30

THIS PAGE BLANK (USPTO)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)